

NAUKI PRZYRODNICZE / НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ЯПОНСКОГО МОРЯ)

Гайко Лариса Афанасьевна

кандидат географических наук, доцент по специальности «Океанология», старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки, Тихоокеанский океанологический институт
им. В.И. Ильичева ДВО РАН

В работе проведён анализ изменения климата в прибрежной зоне Приморского края по данным материалов наблюдений над среднегодовой температурой воды и воздуха на прибрежных гидрометеорологических станциях Приморского края за период инструментальных наблюдений, а также сравнительный анализ изменчивости среднемесячных температур за два последних десятилетия (1991–2000 и 2001–2010 гг.) и пять последних лет (2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг.). Результаты проведённых исследований подтверждают факт повышения температуры в районе исследования за период наблюдений.

Ключевые слова: изменение климата, прибрежные гидрометеорологические станции, Приморский край, температура воды, температура воздуха, температурный тренд, Японское море.

CLIMATE CHANGE IN THE COASTAL ZONE OF PRIMORSKY KRAI IN THE MODERN PERIOD (THE NORTH-WESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN)

Gayko L.A.

the candidate of geographical Sciences, associate Professor on the speciality "Oceanology", senior researcher,
V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences

In it is the analysis of the variability of average annual temperature water and air according to the coastal stations in Primorye instrumental observations as well as a comparative analysis of the mean monthly temperatures variability of over the last two decades (1991–2000 and 2001–2010) and the last five years (2011, 2012, 2013, 2014, 2015). The results of these studies confirm the increase in temperature in the study region during the observation period.

Key words: Primorsky Krai, Sea of Japan, air temperature, climate change, coastal station, the temperature trend, water temperature.

Постановка проблемы. Актуальность исследования изменений климата в наше время не вызывает сомнений. Исследование колебаний климата большинством авторов отождествляется с изучением наиболее информативного параметра – температуры воздуха, поэтому для описания современных изменений климата обычно используется средняя годовая температура нижнего слоя атмосферы [1]. Закономерности изменений глобального климата оказываются весьма сложными. Характерной особенностью текущего климатического цикла является активизация региональных и локальных климатообразующих факторов. На Всемирной конференции по изменению климата [10] было отмечено, что небольшие прибрежные регионы оказывают большое влияние на климат, поэтому региональные изменения климата следует рассматривать в контексте глобальных изменений. При расстановке приоритетов исследования внутренней изменчивости климатической системы одной из проблем, которая выдвигается на первый план, является изучение взаимодействия атмосферы и океана [12]. Важную роль при изучении этого взаимодействия выполняет сеть гидрометеорологических станций, на которых проводятся регулярные наблюдения за гидрометеорологическими параметрами, в том числе за температурой воды и воздуха. Эти параметры относятся к группе реперных при оценке климатической изменчивости.

Район исследования – морское побережье Приморского края, омываемое водами зал. Петра Великого с юга и непосредственно водами Японского моря с востока. Представля-

ет интерес, как глобальные изменения климата, происходящие в современный период, сказываются на климатических изменениях в данном конкретном районе.

Анализ последних исследований и публикаций. По результатам мировых исследований [10; 16] последнее десятилетие прошлого века было самым тёплым десятилетием столетия. Данное утверждение также правомерно и для побережья Приморского края, что подтверждается работами автора [3–5]. Два последних десятилетия, расположенные на рубеже веков, также характеризуются значительными климатическими изменениями для района исследования [6, 7, 15].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Исследование изменчивости температурного режима прибрежных районов Приморья по данным гидрометеорологических станций ведётся автором в течение двадцати лет. Ведение температурного мониторинга в прибрежной зоне Приморского края позволяет отслеживать климатические изменения в районе исследования.

Цель статьи. Целью данной работы является продолжение изучения пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических факторов в прибрежных районах Приморья, включая последние годы (2011–2015 гг.). Для раскрытия поставленной цели решались следующие задачи: - был исследован временной ход температуры воды и воздуха вдоль побережья Приморского края за период инструментальных наблюдений, - было проведено сравнение хода среднемесячных температур последнего десятилетия про-

шлого и первого десятилетия нынешнего столетий; - проведено выявление особенностей температурного режима в исследуемом районе в последние годы (2011, 2012, 2013, 2014 2015 гг.) на фоне изменчивости температуры воды и воздуха в первом десятилетии 21-го века.

Изложение основного материала. Для решения поставленных в работе задач использовались данные наблюдений над температурой воды и воздуха на пяти прибрежных гидрометеорологических станциях (ГМС), расположенных вдоль побережья Приморья: ГМС Посыет, Владивосток, На-

ходка, Рудная Пристань и Сосуново (рис. 1).

Для характеристики термических ресурсов климата в прибрежной зоне Приморского края использовались данные о средней месячной и средней годовой температуре приземного воздуха и поверхностной температуре воды на станциях. Данные любезно предоставлены Приморским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для оценки термических ресурсов акватории использовался метод построения графиков и таблиц.



Рис. 1. Схема размещения гидрометеорологических станций на побережье Приморского края: ГМС Посыет, Владивосток, Находка, Рудная Пристань, Сосуново

Fig. 1. The location of coastal stations of the Primorsky Krai: Posyet, Vladivostok, Nachodka, Rudnay Pristan, Sosunovo

Для выявления наличия линейного температурного тренда во временном ходе температуры воды и воздуха по станциям был применен регрессионный анализ. Для оценки статистической значимости использовались критерии Стьюдента и Фишера. В качестве количественного критерия значения коэффициента корреляции на 5% уровне значимости для длительности рядов 80 лет принят $\text{гкр} \geq 0,24$ (или $R2 \geq 0,058$).

Как известно, климат Приморского края относится к муссонному типу климата умеренных широт с хорошо выраженными сезонами года [11]. Для изучения межгодовой изменчивости среднегодовой температуры воды и воздуха вдоль побережья Приморья за период с 1930 по 2015 гг. и для сравнения этих параметров между собой были построены парные графики температурного хода для каждой станции (рис. 2). Анализ графиков показывает, что ход температуры воды и температуры воздуха по станциям различаются, изменчивость температуры прибрежных вод имеет более сложный характер, чем температуры воздуха. Можно выделить несколько периодов с различными тенденциями изменчивости изучаемых параметров. Если рассматривать конкретно каждую станцию, то на ГМС Посыет и Владивосток кривые среднегодовой температуры воды и воздуха

идут практически параллельно друг другу с явно выраженной тенденцией повышения. Анализ хода кривой полинома показывает, что в 30–50-е годы наблюдался подъем температуры воды, с начала 60-х до начала 80-х годов – некоторый спад, а затем температура вновь начала расти. По-видимому, это связано с перестройкой циркуляции северного полушария и началом новой циркуляционной эпохи, которая приходится на 70-е годы. Продолжительность периодов согласуется с продолжительностью выявленных Б.Л. Дзердзевским [9] циркуляционных эпох, характеризующихся превышением над нормой повторяемости определенных типов циркуляции [13].

В юго-восточной части зал. Петра Великого на ГМС Находка наблюдается иная картина в распределении температур. Если в 30–40-е годы ход температур здесь был аналогичен ходу на других станциях, то после 50-х годов температура воздуха продолжала расти, как и на других станциях, а температура воды начала резко падать. Такая ситуация продолжалась вплоть до начала 80-х годов. Возможно, перепады в ходе температуры воды связаны с местной циркуляцией вод, а конкретно, с усилением влияния на этот район холодного Приморского течения, так как важную роль в формировании водных масс в заливе играет ме-

жговая изменчивость холодного Приморского и тёплого Восточно-Корейского течений [8, 14]. Но с начала 80-х годов температура воды вдоль всего побережья Приморья начала быстро расти. Возможно, что масштабные перестройки в атмосферных процессах, произошедшие в 70-е годы прошлого века [13], повлекли за собой и значительные изменения в циркуляции вод, что подтверждает отмеченное в 1982–1983 гг. очень мощное Эль-Ниньо [2]. Соответственно, и в температурных характеристиках поверхностных вод произошли изменения.

На станциях, расположенных на восточном побережье, картина хода температур в общих чертах схожа с ходом температур на южных станциях (кроме ГМС Находка), но имеются некоторые различия. Так, в 60–90-е годы на станциях наблюдается довольно четко сформированная линза пониженной температуры, в большей степени выраженная на ГМС Рудная Пристань. Причем, в отличие от Находки, отмечено понижение и температуры воды, и температуры воздуха. Такой ход кривых свидетельствует о том, что в эти

годы местные воздушные массы над южной и восточной частями района исследования различались по температурным характеристикам. Возможно, сказывалось влияние на атмосферную циркуляцию орографии южного Приморья.

Во временном ходе среднегодовых температур воздуха таких резких различий колебаний между станциями не наблюдается.

Анализируя полученные результаты можно отметить, что за период с 1960 по 1990 год стабильный рост температуры воды и воздуха отмечался только в юго-западной части зал. Петра Великого, а в его юго-восточной части, в Находке, стабильно росла только температура воздуха. В ходе температуры воды в Находке в этот период отмечалось значительное ее понижение с минимумом в 1982–1983 гг. Во Владивостоке и на восточном побережье период 1960–1990 гг. характеризуется незначительным понижением температуры воды и воздуха (рис. 2). Сглаженные кривые хода температур на графиках в этот период имеют вогнутую форму.

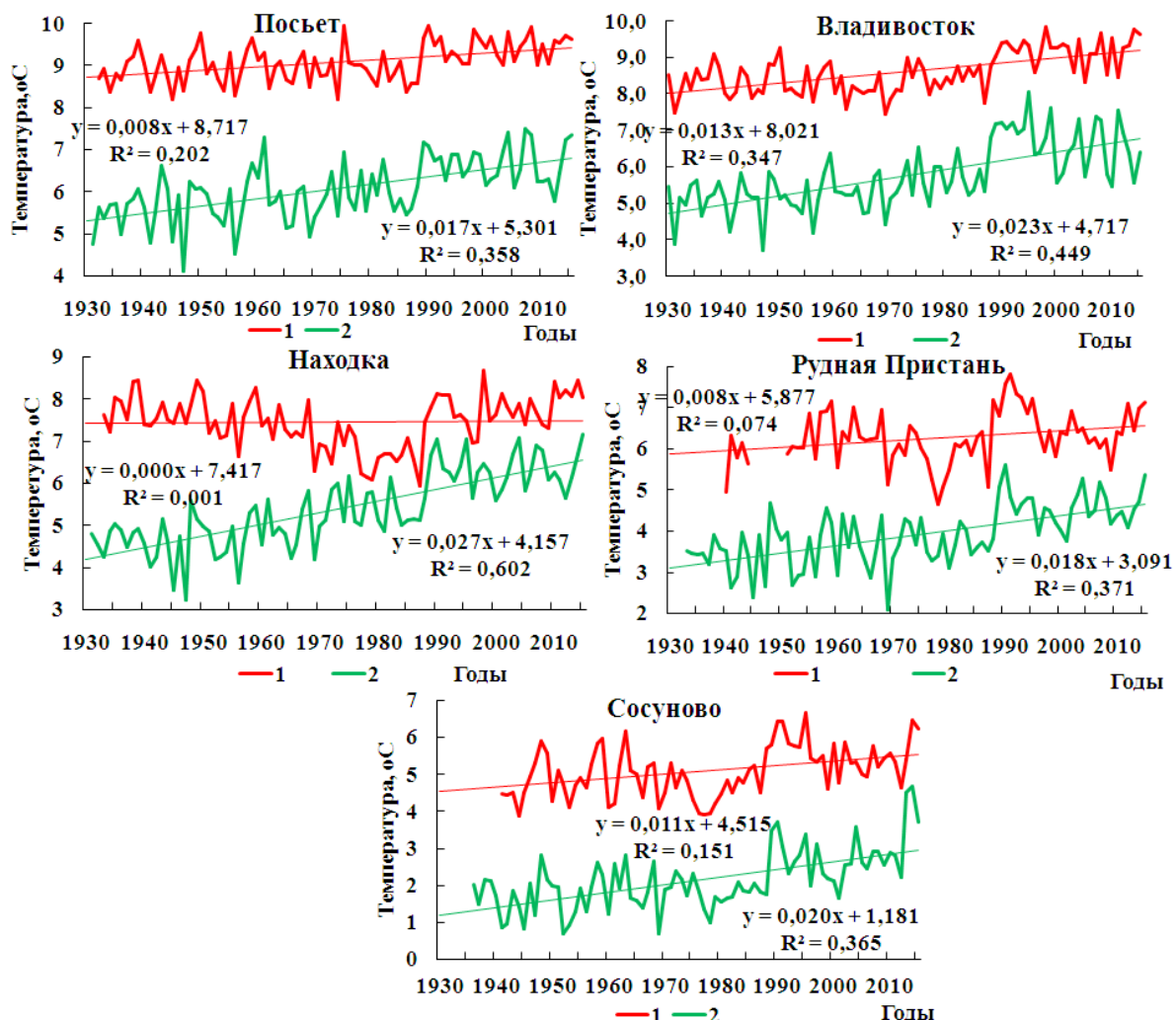


Рис. 2. Межгодовая изменчивость температуры воды (1) и воздуха (2) и их трендовые составляющие на ГМС Приморья (1930–2015 гг.)

Fig. 2. The annual course of water temperature (1) and air (2) of coastal stations the Primorye and their trends (1930–2015)

В целом, при анализе временного хода среднегодовых значений и температуры воды, и температуры воздуха выявлен значимый на 5%-ом уровне тренд, за исключением станции Находка, где в ходе температуры воды тренд не выявлен. Наблюдаемый рост среднегодовой температуры воз-

духа свидетельствует об общем увеличении температурного фона на изучаемой территории.

Как уже было отмечено [10], последнее десятилетие прошлого века было самым тёплым десятилетием столетия. Также можно отметить, что первое десятилетие нового века

также характеризуются значительными климатическими изменениями, что отмечено и для района исследования [6, 7, 15]. Представляет интерес сравнение температур последнего десятилетия 20-го и первого десятилетия 21-го столетий. Сравнение среднемесячных температур за периоды 1991–2000 и 2001–2010 гг. было проведено отдельно для тем-

пературы воды и температуры воздуха. С этой целью для каждого месяца для обоих периодов для каждой прибрежной станции Приморья были вычислены среднепериодные среднемесячные температуры, а затем между ними были вычислены разности, и результаты занесены в таб-лицу 1.

Таблица 1.

Сравнение среднемесячных температур, осреднённых за период 1991–2000 гг., с температурами, осреднёнными за период 2001–2010 гг. на ГМС Приморья

Table 1.

Comparison of mean monthly temperatures averaged for the period 1991–2000, with temperatures for the period 2001–2010 at the coastal stations of the Primorye

ГМС	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Аномалии температуры воды, Δt°С													
П	0,3	0,2	0,3	0,3	-0,3	-0,9	0,6	-1,0	-0,3	0,1	-0,3	0,3	-0,7
В	0,6	0,4	0,4	-0,5	-0,6	-0,9	0,4	-0,1	-0,2	0,9	0,8	0,6	1,8
Н	0,0	-0,3	0,1	-0,6	-1,2	-0,9	-0,4	-0,5	0,4	1,8	-0,2	0,0	-1,8
РП	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	-0,3	-0,1	1,1	1,9	0,5	0,3	5,7
С	0,0	-0,3	0,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,6	0,4	2,0	0,6	0,2	4,7
Аномалии температуры воздуха, Δt°С													
П	-0,3	0,7	0,2	-0,3	-0,2	-1,2	0,8	-0,8	-0,4	-0,2	-0,1	1,0	-0,7
В	-0,6	0,0	0,2	0,0	-0,1	-0,4	1,3	-0,6	-0,5	0,3	0,3	2,1	1,9
Н	-0,3	0,4	0,1	-0,6	-0,3	-1,4	0,5	-0,9	0,1	-0,1	-0,4	1,1	-1,8
РП	-0,3	1,2	-0,2	-0,1	0,2	-1,1	0,1	-0,9	0,2	0,1	-0,4	0,6	-0,7
С	-1,0	0,9	-0,7	0,4	0,5	-0,7	0,1	-0,1	0,3	0,4	-0,6	-0,3	-1,0

Примечание. $\Delta t = [t_{cp} (1991-2000) \text{ минус } t_{cp} (2001-2010)]^{\circ}\text{C}$; П – Посыет, В – Владивосток,

Н – Находка, РП – Рудная Пристань, С – Сосуново здесь и в табл. 2.

На ГМС Посыет средняя месячная температура воды в 90-е годы в зимние и весенние месяцы была выше, чем в 2000-е, отклонения составили 0,2–0,3 $^{\circ}\text{C}$. В летние и осенние месяцы, кроме июля и октября, температура воды в 90-е годы была ниже, причём в июне и августе значительно. Во Владивостоке в тёплый период в 90-е годы температура воды была ниже, чем в 2000-е. В осенне-зимние месяцы, наоборот, в 90-е годы – выше, чем в 2000-е. На ГМС Находка в 90-е годы температура воды для большинства месяцев была ниже (в мае даже на 1,2 $^{\circ}\text{C}$), чем в первое десятилетие 2000-х. В 90-е годы более высокая температура была отмечена в сентябре и октябре. Температура воды в январе, марте и декабре для обоих десятилетий была практически одинаковой. На станциях восточного побережья средняя месячная температура воды в 1990-е годы была выше почти во все месяцы, за исключением июля и августа на ГМС Рудная Пристань и февраля на ГМС Сосуново, где она была немного выше в 2000-е гг.

Средняя месячная температура воздуха на ГМС Посыет в 90-е годы была выше, чем в 2000-е, всего в течение четырёх месяцев: в феврале, марте, июле и декабре, причём в декабре на градус (табл. 1). Остальные месяцы были теплее в 2000-е годы с максимальной амплитудой в июне и августе. На ГМС Владивосток характер распределения температуры воздуха зимой, весной и летом аналогичен таковому на ГМС Посыет, отличия только в величине отклонений. В 90-е годы значительно теплее были июль и декабрь, а в 2000-е – январь и август. На ГМС Находка картина распределения температуры

воздуха ближе к распределению температуры на ГМС Посыет. В Находке в 90-е годы температура воздуха была выше в течение пяти месяцев, наибольшая амплитуда отмечена в январе, а в 2000-х годах – в июне и августе. На ГМС Рудная Пристань и Сосуново половина месяцев теплее в 1990-е годы (на обеих станциях: февраль, май, июль, сентябрь и октябрь) с наибольшими отклонениями в феврале. Другая половина месяцев теплее в 2000-е годы (на обеих станциях: январь, март, июнь, август и ноябрь) с наибольшими амплитудами в июне и августе на ГМС Рудная Пристань и в январе на ГМС Сосуново.

Анализ различий в температурах воды и воздуха между десятилетиями по сумме отклонений температур показал, что в целом на юге Приморья – в юго-западной (ГМС Посыет) и юго-восточной (ГМС Находка) частях зал. Петра Великого, более тёплыми были 2000-е годы, а в центральной части залива (ГМС Владивосток) – 90-е.

На восточном побережье Приморского края на станциях Рудная Пристань и Сосуново картина распределения температуры иная – температура воды выше в 1990-е годы, а температура воздуха – в 2000-е годы (табл. 1), что связано, возможно, с меандрированием Приморского течения и местными особенностями циркуляции атмосферы.

Для выявления особенностей распределения температуры в 2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. было проведено сравнение среднемесячных температур за эти годы со среднемесячной среднепериодной температурой первого десятилетия 21-го столетия. Для этого были рассчитаны для

каждой прибрежной станции аномалии между среднемесячными температурами воды и воздуха за эти четыре года и среднемесячными температурами за период с 2001 по 2010 год. По результатам вычислений была построена таблица аномалий температуры воды и воздуха на ГМС Приморья за 2001–2015 гг. (табл. 2). Проведём анализ этих результатов для каждой из сред.

При исследовании изменчивости температуры воды по станциям для этих пяти лет можно отметить, что в 2011 г. положительные аномалии, превышающие $1,0^{\circ}\text{C}$, наблюдались в основном в тёплый период года: на ГМС Посыет в июле, на ГМС Находка в июле и августе, на ГМС Рудная Пристань в апреле, на ГМС Сосуново – с октября по декабрь с максимумом в ноябре. Температуры ниже среднепериодных на $1,0^{\circ}\text{C}$, были отмечены на ГМС Посыет в мае и октябре; на ГМС Владивосток – в мае-июне и в сентябре-октябре; на ГМС Находка в октябре-ноябре и на ГМС Сосуново – с июля по сентябрь. Закономерности в чередовании положительных и отрицательных аномалий не прослеживаются.

Картина распределения аномалий в 2012 г. отличается от распределения в предыдущем году. Положительные аномалии смещаются на осенний период, так, на ГМС Посыет они отмечаются в октябре, на ГМС Владивосток – с октября по декабрь с максимумом в октябре, на ГМС Находка и ГМС Рудная Пристань – с сентября по ноябрь с максимумом в октябре, на ГМС Сосуново – в октябре. Значительные отрицательные аномалии температуры воды в 2012 г. наблюдались лишь в отдельные весенне-летние месяцы: на ГМС Посыет в апреле и июне, на ГМС Владивосток в апреле, июне и в августе и на ГМС Сосуново – с июня по сентябрь с минимумом в июле и августе.

Особенностью распределения температуры воды в 2013 г. является то, что значительные положительные аномалии отмечены в октябре-ноябре на всех станциях, при этом наименьшие наблюдались на ГМС Посыет, а наибольшие – на ГМС Сосуново. Распределение отрицательных аномалий на станциях зал. Петра Великого приходится на весну – апрель, май, а на восточных станциях – на осень: сентябрь, октябрь.

В 2014 г. число месяцев со значительными положительными аномалиями температуры увеличилось, по сравнению с предыдущими годами. На всех станциях, за исключением ГМС Посыет, положительные аномалии наблюдались с марта по июль и в октябре, на ГМС Находка, Рудная Пристань ещё и в сентябре, а на ГМС Сосуново – в сентябре и январе. Понижение температуры относительно среднепериодного значения произошло на станциях Посыет – в мае и июне, Владивосток – в декабре, Находка – в ноябре, Рудная Пристань и Сосуново – в августе.

В 2015 г. положительные аномалии в ходе температуры воды для всех станций были отмечены в апреле, августе и сентябре, причём в сентябре на ГМС Рудная Пристань она более чем на три градуса превысила среднюю за первое десятилетие 21 века. На самой северной станции (ГМС Сосуново) температура воды была выше среднепериодной в сентябре-ноябре более чем на два градуса. Понижение температуры воды в 2015 г. более, чем на один градус отмечено осенью только на южных станциях – в Посыете и Владивостоке в ноябре, а в Находке в октябре.

Анализируя ход температуры воды в рассматриваемые годы можно отметить, что наибольшие положительные отклонения температуры воды наблюдались в 2011 г. в ноябре ($2,6^{\circ}\text{C}$) на ГМС Сосуново; в 2012 г. в октябре ($3,6^{\circ}\text{C}$) на ГМС

Рудная Пристань; в 2013 г. в декабре ($2,8^{\circ}\text{C}$) на ГМС Сосуново; в 2014 г. в июле ($3,0^{\circ}\text{C}$) на ГМС Владивосток, в 2015 г. в сентябре ($3,1^{\circ}\text{C}$) на ГМС Рудная Пристань. В основном, это восточное побережье Приморского края. Наибольшие отрицательные отклонения температуры воды отмечены в 2011 г. в октябре ($-2,4^{\circ}\text{C}$) на ГМС Находка; в 2012 г. в августе ($-2,8^{\circ}\text{C}$) на ГМС Сосуново; в 2013 г. в октябре ($-2,5^{\circ}\text{C}$) на ГМС Сосуново; в 2014 г. в ноябре ($-1,5^{\circ}\text{C}$) и в 2015 г. в октябре ($-1,6^{\circ}\text{C}$) на ГМС Находка.

Анализируя таблицу 2 по сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воды на ГМС Посыет и Владивосток была в ниже, чем средняя за десятилетие 2001–2010 гг., на ГМС Находка и Рудная Пристань – немного выше, а на ГМС Сосуново равна среднепериодной температуре. В 2012 г. почти на всех станциях температура воды была выше средней, за исключением ГМС Сосуново ($-0,7^{\circ}\text{C}$). В 2013, 2014 и 2015 гг. на всех станциях температура воды была выше средней за десятилетие, причём на ГМС Сосуново в 2014 г. больше, чем на градус ($1,1^{\circ}\text{C}$).

Следующим этапом исследовалась изменчивость температуры воздуха для каждой станции по годам (табл. 2). Положительные аномалии, превышающие $1,0^{\circ}\text{C}$ в 2011 г., отмечены на всех станциях в феврале, лишь на ГМС Посыет они несколько ниже и составили $0,7^{\circ}\text{C}$, а на остальных колебались от $1,7^{\circ}\text{C}$ на ГМС Находка до $2,8^{\circ}\text{C}$ на ГМС Сосуново. Но больше всего в 2011 г. воздух прогрелся на ГМС Владивосток, где в течение девяти месяцев наблюдались довольно высокие положительные аномалии с максимумом в июле, а из остальных станций только на ГМС Рудная Пристань в августе была отмечена положительная аномалия. Температуры воздуха ниже среднепериодных в 2011 г. были отмечены на всех станциях в январе и декабре за исключением ГМС Сосуново, где в декабре была отмечена положительная аномалия. Также значительные отрицательные аномалии в этот год характерны для мая, а на ГМС Рудная Пристань и Сосуново отмечены ещё и в июне.

В 2012 г. в распределении положительных аномалий на всех станциях, в отличие от предыдущего года, акцент переносится на все осенние месяцы, наибольшее повышение температуры воздуха произошло в сентябре и ноябре. И так же, как в 2011 г., на ГМС Владивосток в течение девяти месяцев наблюдались довольно высокие положительные аномалии с максимумом в июле. Наибольшее понижение температуры воздуха в 2012 г. на всех ГМС приходится на зимние месяцы – с декабря по февраль, причём больше всего температура понизилась в декабре: в Посыете и Владивостоке (на $3,0^{\circ}\text{C}$), а в Находке даже на $3,7^{\circ}\text{C}$. В марте так же на станциях наблюдаются отрицательные аномалии, за исключением Владивостока, где температура повысилась на $1,1^{\circ}\text{C}$. В целом, отрицательные аномалии на ГМС Посыет наблюдались в течение девяти месяцев, на ГМС Находка в течение семи месяцев, ГМС Рудная Пристань – восьми месяцев, на ГМС Сосуново – только шести.

При сравнении распределения положительных аномалий температуры воздуха в 2013 г. с предыдущим годом очевидно, что характер распределения меняется. Положительные аномалии для всех станций наблюдаются в июле, августе, ноябре и в декабре, за исключением ГМС Владивосток. В 2013 г. на фоне остальных станций выделяется ГМС Сосуново, так как понижение температуры воздуха здесь произошло только в январе, а в остальные месяцы температура стремительно росла, и превышение её достигло в

ноябре и декабре 4,7° и 4,4°C соответственно. Отрицательные отклонения температура воздуха наблюдаются на всех станциях с января по май, за исключением ГМС Сосуново.

Таблица 3.

Аномалии температуры воды и воздуха на ГМС Приморья (2015–2014 гг.)

Table 3.

Anomalies of the water and air temperature of coastal stations of the Primorye (2015–2014)

Год	ГМС	Месяцы												Год ср.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Аномалии температуры воды, Δt°С														
2011	П	-0,1	-0,1	-0,3	-0,9	-2,3	-0,4	1,0	0,3	0,2	-1,8	-0,5	-0,2	-0,4
	В	0,0	0,3	0,4	-0,7	-1,2	-1,6	-0,3	0,1	-2,0	-1,5	-0,7	-0,8	-0,7
	Н	0,2	0,3	0,7	0,7	0,1	0,9	1,6	1,4	0,7	-2,4	-1,4	-0,1	0,2
	Р Пр	-0,1	0,1	0,6	1,2	0,2	0,3	0,4	-0,7	-0,2	-0,9	0,8	-0,6	0,1
	С	0,1	-0,1	0,2	0,5	-0,6	-0,8	-2,1	-1,2	-1,4	1,0	2,6	1,9	0,0
2012	П	-0,1	-0,2	-0,2	-1,0	0,8	-1,7	0,7	0,3	0,9	1,4	0,9	0,0	0,2
	В	-0,2	0,1	0,3	-1,3	-0,2	-0,8	0,1	-1,0	0,2	2,1	1,0	1,5	0,2
	Н	-0,1	-0,3	-0,7	-0,6	0,3	0,7	0,4	-0,4	1,8	2,3	1,6	0,2	0,4
	Р Пр	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,8	1,4	0,0	0,0	2,2	3,6	2,4	0,5	0,8
	С	0,3	-0,4	-0,4	-0,6	-0,2	-1,7	-2,7	-2,8	-1,3	1,3	0,4	-0,2	-0,7
2013	П	-0,2	-0,3	-0,4	-1,4	-1,3	0,7	1,7	1,1	-0,2	-0,1	0,7	0,8	0,1
	В	0,1	-0,2	-0,1	-0,9	-0,3	0,9	0,3	1,0	-0,7	-0,8	1,7	1,5	0,2
	Н	-0,1	-0,1	-0,6	-1,7	-0,5	0,9	1,0	0,7	0,0	-0,9	2,7	1,9	0,3
	Р Пр	-0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,1	1,2	0,0	0,5	-0,9	-1,1	2,0	1,7	0,2
	С	-0,4	-0,6	-0,2	0,6	0,0	-0,9	-0,4	1,9	-1,9	-2,5	2,4	2,8	0,1
2014	П	0,5	0,0	0,8	1,6	-1,3	-1,2	2,2	-0,1	0,2	1,0	-0,1	-0,6	0,0
	В	0,4	-0,1	0,4	1,1	1,1	1,8	3,0	0,8	-0,2	0,8	0,1	-1,0	0,7
	Н	0,2	-0,2	2,4	1,1	0,7	1,3	2,0	-0,4	1,7	1,3	-1,5	-0,8	0,6
	Р Пр	-0,1	-0,1	0,6	2,3	1,3	1,3	1,6	-1,2	2,1	1,9	-0,7	-0,6	0,7
	С14	1,3	0,3	1,3	2,3	1,8	1,7	1,4	-1,3	1,6	2,2	0,9	0,2	1,1
2015	П	0,0	0,0	-0,2	0,7	0,2	-0,7	2,7	1,3	0,5	-0,9	-1,2	-0,1	0,2
	В	0,0	0,1	0,9	1,4	1,0	0,3	1,6	0,8	1,6	-0,1	-1,4	0,3	0,5
	Н	0,0	0,1	0,5	0,6	-0,3	0,7	-0,3	1,6	2,0	-1,6	-0,4	-0,1	0,2
	Р Пр	-0,1	0,1	0,7	0,7	0,8	1,3	-0,2	1,3	3,1	0,1	1,1	1,4	0,9
	С	-0,4	-0,5	-0,1	1,4	1,0	1,1	0,3	0,6	2,2	2,2	2,4	0,9	0,9
Аномалии температуры воздуха, Δt°С														
2011	П	-2,4	0,7	-0,2	-0,6	-2,3	-0,6	0,3	0,3	-0,1	0,5	0,9	-1,3	-0,4
	В	-1,9	2,0	1,8	0,8	-0,4	1,1	2,3	1,8	0,7	1,6	1,7	-0,4	0,9
	Н	-2,4	1,7	-0,6	-0,7	-2,0	-0,6	0,7	0,9	0,0	0,4	0,4	-1,5	-0,3
	Р Пр	-1,9	2,1	0,0	0,5	-2,5	-1,2	0,4	1,2	0,0	0,3	0,7	-1,0	-0,1
	С	-0,5	2,8	0,4	0,2	-2,7	-1,0	0,3	0,8	-0,8	0,6	0,7	0,8	0,1
2012	П	-2,0	-2,5	-0,6	-1,4	-0,2	-2,0	0,3	-0,7	0,6	-0,1	0,3	-3,0	-0,9
	В	-2,4	-0,4	1,1	0,7	1,5	0,3	2,2	0,3	1,1	0,7	1,8	-3,0	0,3
	Н	-2,5	-2,4	-0,5	-0,8	0,2	-1,1	0,4	-0,6	1,6	0,1	0,4	-3,7	-0,7
	Р Пр	-2,4	-1,8	-0,7	-0,8	-0,3	-1,1	0,5	-0,1	1,9	0,1	1,2	-2,3	-0,5
	С	-2,2	-1,9	-1,8	-0,6	0,1	-0,7	0,0	0,0	1,2	0,4	1,3	-1,4	-0,5

Продолжение таблицы 3

2013	П	-1,8	-3,2	-1,2	-1,6	-0,4	-0,3	1,8	0,6	0,0	0,5	1,3	1,3	-0,3
	В	-3,5	-2,3	-0,6	-1,3	-0,7	0,9	2,1	1,5	0,8	-2,0	2,4	-0,3	-0,3
	Н	-2,3	-2,3	-1,3	-1,9	-1,0	0,0	1,7	0,8	0,0	0,3	1,2	2,0	-0,2
	Р Пр	-2,5	-1,5	-1,8	-0,5	-1,7	1,5	1,8	0,3	-0,5	0,0	1,5	2,7	-0,1
	С	-1,3	0,8	0,6	2,1	0,0	1,2	3,1	2,1	2,2	2,5	4,7	4,4	1,9
2014	П	-0,1	-1,8	1,5	2,1	0,7	0,4	2,9	0,2	-0,2	0,1	2,3	-1,7	0,5
	В	-1,4	-4,1	-0,4	0,5	0,0	0,1	1,8	-1,3	-1,5	-2,3	-0,2	-3,8	-1,1
	Н	-0,6	-1,6	1,1	1,5	0,9	0,5	2,1	-0,4	0,5	0,2	1,7	-2,4	0,3
	Р Пр	-1,4	-0,2	0,7	1,7	0,9	0,5	1,4	-1,6	0,4	-0,3	1,4	-2,0	0,1
	С	-0,8	2,5	3,4	4,8	2,0	1,8	2,5	0,5	0,5	2,9	3,6	0,4	2,0
2015	П	1,5	1,2	1,2	-0,1	1,0	0,0	1,3	0,0	0,3	-0,5	-1,1	3,0	0,6
	В	-0,3	-0,1	0,8	-0,6	-0,6	-0,8	0,1	-0,9	0,0	-1,3	-2,0	3,1	-0,2
	Н	1,2	1,7	1,7	0,0	1,0	-0,5	0,8	-0,1	1,2	-0,6	-0,3	3,3	0,8
	Р Пр	1,6	2,3	2,5	0,4	0,9	-1,2	0,1	-0,7	1,2	-0,8	0,4	2,9	0,8
	С	1,2	4,0	3,1	0,1	0,8	-1,2	0,7	-0,2	1,0	-0,1	0,7	2,5	1,0

Примечание. Δt = тср. год. – тср период., где тср. год. – температура за 2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. соответственно; тср период. – средняя температура за период 2001–2010 гг.; цветом выделены отрицательные аномалии.

В 2014 г. на всех станциях с марта по июль и в ноябре отмечены положительные отклонения температуры воздуха, только на ГМС Владивосток в марте и ноябре наблюдалось незначительное понижение температуры. Но рекорд в поведении температуры воздуха в 2014 г. был установлен на мысе Сосуново, где произошло стремительное повышение температуры с февраля по декабрь с максимумом в апреле. Понижение температуры в январе произошло на всех станциях, а в феврале, августе и декабре – за исключением ГМС Сосуново.

В 2015 г. картина распределения положительных аномалий температуры воздуха в зимние месяцы по сравнению с 2014 г. меняется на противоположную. За исключением ГМС Владивосток на всех станциях наблюдается значительный рост температуры воздуха, особенно в декабре. Также на всех станциях положительный прирост температуры в 2015 г., как и в 2014 г., отмечен в марте, июле и сентябре. Понижение температуры на всех станциях произошло в июне, августе и сентябре. Больше всего отрицательных аномалий в 2015 г. было отмечено во Владивостоке.

Таким образом, наибольшие положительные отклонения температуры воздуха в 2011 г. отмечены в феврале (2,8°C) на ГМС Сосуново; в 2012 г. в июле (2,2°C) на ГМС Владивосток; в 2013 г. в ноябре (4,7°C), в 2014 г. в апреле (4,8°C) и в 2015 г. в феврале (4,0°C) на ГМС Сосуново. Наибольшие отрицательные отклонения температура воздуха в 2011 г. наблюдались в мае (-2,7°C) на ГМС Сосуново; в 2012 г. в декабре (-3,7°C) на ГМС Находка; в 2013 г. в январе (-3,5°C), в 2014 г. в феврале (-4,1°C) и в 2015 г. в ноябре (-2,0°C) на ГМС Владивосток.

По сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воздуха на ГМС Посыет, Находка и Рудная Пристань была ниже, а на ГМС Владивосток и Сосуново – выше средней десятилетия. В 2012 г. почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней, за исключением ГМС Владивосток. В 2013 также почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней, но исключение составила ГМС Сосуново, где произошёл её рост на 1,9°C. В 2014 гг. и 2015 гг. на всех станциях, за исключением ГМС

Владивосток, температура воздуха была выше средней за десятилетие, причём на ГМС Сосуново в 2014 г. на 2,0°C. На ГМС Владивосток, наоборот, в 2014 г. температура воздуха понизилась на 1,1°C.

Таким образом, при сравнении аномалий среднегодового хода и температуры воды, и температуры воздуха между годами прослеживается значительный разброс температур на станциях, так что выявить какие-либо закономерности сложно, но можно отметить, что больше отрицательных аномалий температуры воды наблюдалось с января по май в 2012–2013 гг., а в октябре–ноябре – наоборот, положительных. В летние месяцы также преобладали положительные аномалии. Данные по температуре воздуха более однородны. Из анализа этих данных следует, что воздух был наиболее прогрет на ГМС Владивосток в 2011–2012 гг., а на ГМС Сосуново в 2013–2014 гг. Причём ГМС Сосуново стало рекордсменом по повышению температуры и воды, и воздуха в 2014 г. Также можно отметить, что зимние температуры воздуха по данным гидрометеостанций в последние годы стали ниже, т.е. зимы стали холоднее. Но в 2015 г. картина изменилась на противоположную, все зимние месяцы имеют положительную динамику роста. Июльские температуры на всех станциях во все годы были выше среднепериодных. В осенние месяцы преобладали положительные аномалии температуры, но в 2015 г. картина изменилась на противоположную, за исключением сентября.

Выводы и предложения. Таким образом, в целом, во временном ходе среднегодовых значений температуры воды и температуры воздуха вдоль побережья Приморья за период инструментальных наблюдений (1930–2015 гг.) выявлен значимый на 5%-ом уровне тренд. Исключение составляет ГМС Находка, где в ходе температуры воды за этот период тренд не выявлен. Наблюдаемый рост среднегодовой температуры воздуха свидетельствует об общем увеличении температурного фона на изучаемой территории.

Анализ различий в температурах воды и воздуха между десятилетиями по сумме отклонений показал, что в целом на юге Приморья в юго-западной и юго-восточной частях зал. Петра Великого более тёплыми были 2000-е годы, а в

центральной части залива – 1990-е. На восточном побережье Приморского края картина распределения температуры иная – температура воды выше в 1990-е годы, а температура воздуха – в 2000-е годы, что объясняется особенностями местной циркуляции вод.

При сравнении годового хода температуры воды и воздуха в 2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. между собой был отмечен значительный разброс температур на станциях, но всё же можно выделить некоторые особенности. Так в 2014 г. с марта по июль практически на всех станциях произошёл рост температуры воды, но наибольшее повышение температуры и воды, и воздуха произошло на ГМС Сосуново. Зимние температуры воздуха по данным гидрометеостанций в период с 2011 по 2014 гг. понизились, а во второй половине года преобладали положительные аномалии температуры, особенно в ноябре. Но 2015 г. внёс свои коррективы. В этот год отмечены положительные превышения температуры зимних месяцев над среднепериодной на всех станци-

ях, только на ГМС Владивосток в январе-феврале аномалии остались отрицательными. Также во второй половине года в июне, августе и октябре наблюдались отрицательные аномалии на всех станциях. Июльские температуры воздуха на всех станциях за все пять лет были выше среднепериодной. В среднегодовом аспекте за пять последних лет отмечен рост температуры воды на всех станциях. Изменение температуры воздуха за этот период неоднозначно. В 2011–2013 гг. прослеживается её снижение, а в 2014–2015 гг. наблюдаются уже положительные аномалии, но исключением составляет ГМС Владивосток, где аномалии остаются отрицательными.

Таким образом, полученные в работе результаты свидетельствуют об изменении климатического режима в прибрежной зоне северо-западной части Японского моря. Наблюдаемый рост среднегодовой температуры воздуха свидетельствует об общем увеличении температурного фона на изучаемой территории.

Список литературы:

1. Будыко М.И. Аналоговый метод оценки предстоящих изменений климата // Метеорология и гидрология. 1991. – № 4. – С. 39–50.
2. Волков Ю. Н., Калашников Б. М. Эль-Ниньо: идентификация и возможность прогнозирования // Труды ДВНИГМИ. – 1990. – Вып. 136. – С. 158–172.
3. Гайко Л. А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море). – Владивосток : Дальнаука. 2005. – 151 с.
4. Гайко Л. А. Тенденция изменчивости температуры воды и воздуха в прибрежных районах северо-западной части Японского моря // Дальневосточные моря России. – Кн. 1: Океанологические исследования. – М. : Наука, 2007. – С. 307–332.
5. Гайко Л. А. Особенности температурного режима заливов Восток и Находка (юго-восточная часть залива Петра Великого) // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря / отв. ред. А. С. Астахов, В. Б. Лобанов. – М. : ГЕОС, 2008. – С. 97–110.
6. Гайко Л. А. Многолетняя изменчивость температуры воды и воздуха у российского побережья Японского моря по данным гидрометеорологических станций // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн. – Владивосток : Дальнаука, 2013. – Кн. 1. – С. 64–78
7. Гайко Л. А. Температурные флуктуации в прибрежной зоне залива Петра Великого за последние десятилетия (Японское море) / Естественные и технические науки» – №10. – 2015. – С. 234–239.
8. Данченков М. А., К. Л. Фельдман, П. А. Файман. Температура и солёность вод залива Петра Великого // Гидрометеорология и экология Дальнего Востока : Тематич. Вып. ДВНИГМИ. – № 4. – Владивосток : Дальнаука, 2003. – С. 10–25.
9. Дзердзеевский Б. Л. Статистический анализ чередования типов циркуляции атмосферы // Известия АН СССР, сер. геофизическая, 1961. – № 12. – С. 1832–1843.
10. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Под редакцией Роберта Т. Уотсона/ 2003. // Третий докл. МГЭИК об оценке. Межправит. группа экспертов по изменен. климата. – 2003. – Т. 4. – 220 с.
11. Климат Владивостока. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
12. Кондратьев К.Я. Диагностика и численное моделирование глобального климата // Метеорология и гидрология. 1993. – № 2. – С. 5–16.
13. Смолянкина Т. В. Многолетняя изменчивость аномалий давления, широты и долготы центров действия атмосферы Азиатско-Тихоокеанского региона // Труды ДВНИГМИ. – Темат. вып. № 2. – 1999. – С. 10–16.
14. Юрасов Г. И., Яричин В. Г. Течения Японского моря. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. – 176 с.
15. Gayko L. A. Water and air temperature variability along the coast of Primorye (Japan/East Sea) / Current Development in Oceanography, 2012. – Vol. 5, Iss. 2. – P. 49–58.
16. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. – 996 pp.